

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-244656

(43)Date of publication of application : 14.09.1999

(51)Int.Cl.

B01D 53/68

(21)Application number : 10-046824

(22)Date of filing : 27.02.1998

(71)Applicant : HITACHI LTD

(72)Inventor : SUGANO SHUICHI

IKEDA SHINZO

YASUDA TAKESHI

YAMASHITA HISAO

AZUHATA SHIGERU

TAMADA SHIN

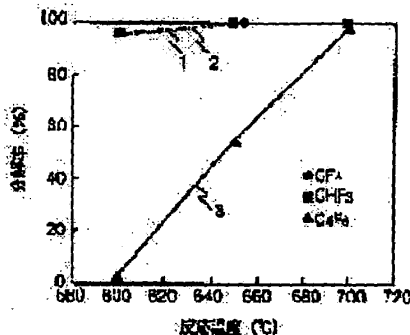
IRIE KAZUYOSHI

## (54) TREATMENT OF FLUORINE COMPOUND-CONTAINING GAS AND CATALYST

### (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently decompose and treat a fluorine compound selected from CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> and C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>.

**SOLUTION:** A gas stream containing the fluorine compound selected from CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>, and C<sub>4</sub>F<sub>8</sub> is brought into contact with either one of catalysts consisting of Al and Zn, Al and Ni, or Al, Ni and Zn at about 200-800° C under the presence of water vapor. Thus, the fluorine in the gas stream is efficiently converted into hydrogen fluoride at relatively lower temperatures.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-244656

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 01 D 53/68

識別記号

F I  
B 01 D 53/34

1 3 4 C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-46824

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月27日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 菅野 周一

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 池田 伸三

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 安田 健

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

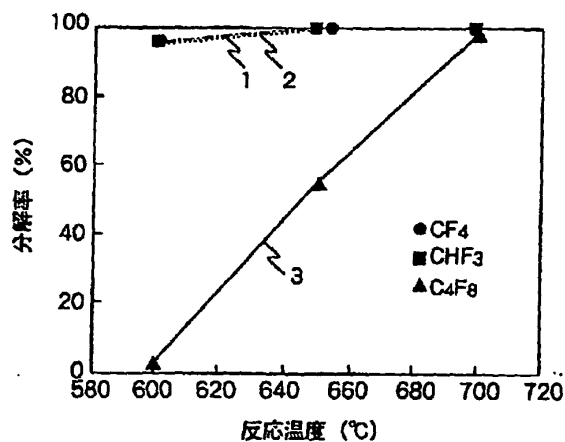
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フッ素化合物含有ガスの処理方法および触媒

(57) 【要約】

【課題】  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{C}_3\text{F}_8$  から選ばれた  
フッ素化合物を効率良く分解処理する。【解決手段】  $\text{CF}_4$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{C}_3\text{F}_8$  から選ば  
れたフッ素化合物を含むガス流を、水蒸気の下で A  
l と Z n, A l と N i 又は A l と N i と Z n からなる触  
媒のいずれかと約 200~800℃ で接触させて、前記  
ガス流中のフッ素をフッ化水素に転化する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 フッ素化合物含有ガスをフッ素化合物分解触媒の下で加水分解してフッ化水素を含む分解生成物を生成する方法であって、 $\text{CF}_4$ 、あるいは $\text{CHF}_3$ 、からなるフッ素化合物をAlとZnからなる触媒によって処理し、 $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物をAlとZnからなる触媒あるいはAlとZnとNiからなる触媒によって処理し、 $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物をAlとNiからなる触媒によって処理することを特徴とするフッ素化合物含有ガスの処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載の方法において、前記フッ素化合物を加水分解することによって生成した分解生成物を含むガスをアルカリ洗浄して酸成分を除去することを特徴とするフッ素化合物含有ガスの処理方法。

【請求項3】  $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ および $\text{C}_2\text{F}_6$ から選ばれたフッ素化合物を加水分解するために使用される触媒であって、AlとZnからなり、少なくともAlとZnの複合酸化物が含まれ、AlとZnの比率が原子比でAl；50-99モル%、Zn；50-1モル%からなることを特徴とするフッ素化合物分解触媒。

【請求項4】  $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物を加水分解するために使用される触媒であって、AlとZnとNiからなり、酸化物の形で含まれ、AlとZnとNiの比率が原子比でAl；50-99モル%、ZnとNiの合計；50-1モル%からなることを特徴とするフッ素化合物分解触媒。

【請求項5】  $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物を加水分解するために使用される触媒であって、AlとNiからなり、少なくともAlとNiの複合酸化物が含まれ、AlとNiの比率が原子比でAl；50-99モル%、Ni；50-1モル%からなることを特徴とするフッ素化合物分解触媒。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ から選ばれるフッ素化合物を、フッ素化合物分解触媒を用いて加水分解する方法及びフッ素化合物分解触媒に関する。

## 【0002】

【従来の技術】  $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ などのフッ素化合物ガスは、半導体エッチング材料、半導体及び半導体装置洗浄用などに使用されている。しかし、これらのフッ素化合物は大気中に放出されると、地球の温暖化を引き起こす。今後、これらのフッ素化合物の使用後の処理に対して、厳しい規制が行われると予想される。

【0003】 フッ素化合物ガスの分解処理方法の一例が、特開平7-116466号公報および特開平7-132211号公報に記載されている。特開平7-116466号公報には、PFC (perfluorocompounds) ガスを水又は酸素を含む

ガスの存在下で500-1500℃の温度でフッ化水素処理無機酸化物からなる分解剤と接触させてPFCガスを分解することが記載されている。特開平7-132211号公報には、PFCガスをフッ化水素の存在下で500℃以上の温度でSi、W、Mo、V、Bの酸化物から選ばれた分解剤と接触させることが記載されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{C}_3\text{F}_8$ 、 $\text{C}_4\text{F}_8$ から選ばれたフッ素化合物を分解剤を用いずに、比較的低い温度で効率よく分解する方法及びフッ素化合物分解触媒を提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項1に記載の発明は、フッ素化合物含有ガスをフッ素化合物分解触媒の下で加水分解してフッ化水素を含む分解生成物を生成する方法であって、 $\text{CF}_4$ 、あるいは $\text{CHF}_3$ 、からなるフッ素化合物をアルミニウム (Al) と亜鉛 (Zn) からなる触媒によって処理し、 $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物をAlとZnからなる触媒あるいはAlとZnとニッケル (Ni) からなる触媒によって処理し、 $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物をAlとNiからなる触媒によって処理することを特徴とするフッ素化合物含有ガスの処理方法にある。

【0006】 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の方法において、前記フッ素化合物を加水分解することによって生成した分解生成物を含むガスをアルカリ洗浄して酸成分を除去することを特徴とするフッ素化合物含有ガスの処理方法にある。

【0007】 請求項3に記載の発明は、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、および $\text{C}_2\text{F}_6$ から選ばれたフッ素化合物を加水分解するために使用される触媒であって、AlとZnからなり、少なくともAlとZnの複合酸化物が含まれ、AlとZnの比率が原子比でAl；50-99モル%、Zn；50-1モル%からなることを特徴とするフッ素化合物分解触媒にある。

【0008】 請求項4に記載の発明は、 $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物を加水分解するために使用される触媒であって、AlとZnとNiからなり、酸化物の形で含まれ、AlとZnとNiの比率が原子比でAl；50-99モル%、ZnとNiの合計；50-1モル%からなることを特徴とするフッ素化合物分解触媒にある。

【0009】 請求項5に記載の発明は、 $\text{C}_2\text{F}_6$ からなるフッ素化合物を加水分解するために使用される触媒であって、AlとNiからなり、少なくともAlとNiの複合酸化物が含まれ、AlとNiの比率が原子比でAl；50-99モル%、Ni；50-1モル%からなることを特徴とするフッ素化合物分解触媒にある。

【0010】 本発明の触媒は、硫黄 (S) を添加してもよく、これによりフッ素化合物の分解活性を高めること

ができる。Sの添加方法としては、触媒調製時に硫酸塩を使用する、硫酸を使用する、などが適用できる。触媒中のSは、 $\text{SO}_4$ イオンの形態等で存在し、触媒の酸性質を強める働きをする。

【0011】本発明の触媒におけるAlの比率は50-99モル%で、残りがZn、Ni或いはZnとNiである。この比率をずれると、フッ素化合物の分解活性が悪くなる。

【0012】本発明の分解処理方法では、 $\text{CF}_4$ などのフッ素化合物を含むガス流中に酸素を添加してもよい。分解ガス中のCOの酸化反応に使うことができる。

【0013】添加する水蒸気の量は、水素分子が処理するフッ素化合物中のF数と少なくとも同等になるよう調節する必要がある。このことにより、化合物中のFはHFになり、分解生成物中のFは後処理しやすいハロゲン化水素の形態となる。

【0014】本発明の処理方法における反応温度は、フッ素化合物の種類および触媒成分によって異なる。AlとZnからなる触媒を用いる場合の反応温度は、対象ガスが $\text{C}_2\text{F}_6$ のときには650-800℃が好ましく、 $\text{CHF}_3$ 又は、 $\text{CF}_4$ のときには500-800℃が好ましい。AlとZnとNiからなる触媒により $\text{C}_2\text{F}_6$ ガスを分解するときの反応温度およびAlとNiからなる触媒により $\text{C}_2\text{F}_6$ ガスを分解するときの反応温度は、いずれも650-800℃が好ましい。これ以上の高温で使用すると、高分解率は得られるが、触媒の劣化が速い。また、装置材料の腐食速度が急激に大きくなる。逆に、これ以下の温度では分解率が低い。

【0015】また、本発明の処理方法における分解生成物にはHFが含まれるので、大気中へ放出する前に予め水あるいはアルカリ水溶液をスプレーして洗浄し、HFを除去することが望ましい。これらの洗浄方法は効率が高く、結晶析出などによる配管の閉塞が起こりにくいので好ましい。水あるいはアルカリ水溶液中に分解生成ガスをバブリングする方法あるいは充填塔を用いて洗浄する方法でもよい。また、アルカリ性の固体を用いてもよい。

【0016】本発明の触媒を調製するためのAl原料としては、γ-アルミナ、γ-アルミナとδ-アルミナの混合物などを使用することができる。ペーマイトなどをAl原料として用い、最終的な焼成により酸化物を形成するのも好ましい方法である。

【0017】本発明の触媒を調製するための各種金属成分の原料としては、硝酸塩、硫酸塩、塩化物などを用いることができる。

【0018】本発明の触媒の製造法は通常、触媒の製造に用いられている沈殿法、含浸法、混練法、などいずれも使用できる。

【0019】また、本発明における触媒は、粒状のまま或いはハニカム状などに成形して使用することができ

る。成形法としては、押出成形法、打錠成形法、転動造粒法など任意の方法を採用できる。また、セラミックスや金属製のハニカムや板にコーティングして使用することもできる。

【0020】本発明の処理方法を実施するために使用される反応器は、通常の固定床、移動床あるいは流動床型のものでよいが、分解生成ガスとしてHFなどの腐食性のガスが発生するので、これらの腐食性のガスによって損傷にくい材料で反応器を構成すべきである。

【0021】既設の半導体工場へ本発明のフッ素化合物含有ガスの処理方法を適用することもできる。この場合、分解反応槽の前段でガス中に含まれる $\text{SiF}_4$ などの不純物を予め除去すると、触媒の性能低下が起こりにくい。半導体工場には一般に酸成分ガスの排ガス処理装置及び廃液処理装置があるため、これを利用し、本発明の触媒のみを $\text{CF}_4$ などのフッ素化合物の排ガスラインに設置し、水蒸気を添加して加熱すれば、フッ素化合物を分解処理することができる。

【0022】また、本発明の装置全体あるいは一部をトラック等に積載し、廃棄されたフッ素化合物詰めボンベが貯蔵されている場所へ運搬して、処理することもできる。また、排ガス洗浄槽内の洗浄液を循環する循環ポンプや、排ガス中の一酸化炭素などを吸着する排ガス吸着槽を同時に搭載してもよい。発電機などを搭載してもよい。

【0023】本発明のフッ素化合物の分解処理方法によれば、従来の他の処理方法に比べて低温でフッ素化合物を分解することができる。

【0024】フッ素化合物含有ガスを処理する場合、分解して生成するHFなどの酸成分による装置材料の腐食が問題となるが、本発明によれば、使用する温度が低温であるため腐食速度が小さく、装置のメンテナンス頻度を減少できる。

【0025】又、本発明のフッ素化合物含有ガス処理方法は、フッ素化合物を分解する触媒分解工程と分解生成ガス中の酸成分を除去する工程とを備えるだけでよいので、装置を小型化できる。

【0026】又、本発明の処理方法は、フッ素化合物と水蒸気との反応によるため、安全性が高く、可燃ガスを使用した場合のように爆発などの危険性がない。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、実施例にて本発明をさらに詳細に説明する。本発明は、これら実施例にのみ限定されるものではない。

【0028】（実施例1）純度99%以上の $\text{CF}_4$ ガスに空気を添加して希釈した。この希釈ガスに、さらに水蒸気を添加した。水蒸気は純水を反応管上部へマイクロチューブポンプを用いて供給しガス化させた。反応ガス中の $\text{CF}_4$ 濃度は約0.5%であり、水蒸気はフッ素化合物の約50倍となるように流量を調節した。この反応

ガスを、AlとZnからなるフッ素化合物分解触媒を設  
置してある反応管に供給し、空間速度1,000 毎時で  
触媒と接触させた。反応管は外部から電気炉により加熱  
し、触媒を所定温度に保つようにした。

【0029】反応管は内径32mmのインコネル製で、触  
媒層を反応管中央に有しており、内部に外径3mmのイン  
コネル製の熱電対保護管を有している。反応管を出た分  
解生成ガスは水酸化ナトリウム溶液中にバブリングさせ  
たあとで大気中に放出した。C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解率は、TCD  
(Thermal Conductivity Detector)ガスクロマトグラフ 10  
により次式で求めた。

【0030】

【数1】

$$\text{分解率} = \left( 1 - \frac{\text{出口のフッ素化合物}}{\text{供給したフッ素化合物}} \right) \times 100 (\%)$$

【0031】AlとZnからなる触媒は次のようにして  
調製した。市販のペーマイト粉末を120℃で1時間乾  
燥した。この乾燥粉末126.65gに、硝酸亜鉛6水  
和物96.39gを溶かした水溶液を添加し、混練し  
た。混練後、250～300℃の温度に約2時間加熱し 20  
て乾燥し、700℃で2時間焼成した。焼成物を粉碎、  
篩い分けして0.5～1mm粒径とした。完成後の触媒組  
成は原子比でAl:Zn=85:15 (mol %)であつた。

【0032】触媒の結晶形態をX線回折分析により調べ  
たところ、検出されたピークは全てZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>のもの  
であり、AlとZnは複合酸化物の形態で存在してい  
た。X線回折パターンを図2に示す。なおX線源にはC  
uK $\alpha$ 線を用いた。

【0033】図1に、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の各温度での分解率、並び 30  
に同様の方法で分解したCHF<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の分解率も併  
せて示す。CHF<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の分解率はFID (FlameI  
onization Detector)ガスクロマトグラフを用いて算出  
した。

【0034】図1中の符号1はC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解率を示す曲  
線であり、符号2はCHF<sub>3</sub>の分解率を示す母線、符号  
3はC<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の分解率を示す曲線である。これからわかる  
ように、反応温度が高くなるほど、高い分解率が得られ  
る。

【0035】C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>およびCHF<sub>3</sub>の分解では、反応温  
度600℃以上で90%を超える分解率が得られた。C  
<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の分解では、反応温度650℃で約50%、700  
℃でほぼ100%の分解率が得られた。

【0036】(実施例2) AlとNiからなる触媒を用  
いて、実施例1と同様の方法でC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解活性を調べ  
た。AlとNiからなる触媒は次のようにして調製し  
た。市販のペーマイト粉末を120℃で1時間乾燥し  
た。この乾燥粉末200gに、硝酸ニッケル6水和物2  
10.82gを溶かした水溶液を添加し、混練した。混  
練後、250～300℃で約2時間乾燥し、700℃で 50

2時間焼成した。焼成物を粉碎、篩い分けして0.5～  
1mm粒径とした。完成後の触媒組成は原子比でAl:N  
i=80:20 (mol %)であつた。図3の各温度での  
分解率を示す。なお、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解率はFIDガスクロ  
マトグラフを用いて算出した。

【0037】図4にAlとNiからなる触媒のX線回折  
パターンを示す。X線源にはCuK $\alpha$ 線を用いた。検出さ  
れたピークはNiAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>とNiOのものであり、Al  
とNiの一部は複合酸化物を形成していた。

【0038】図3より、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解率は、反応温度6  
00℃では20%程度にすぎなかったが、反応温度65  
0℃で50%程度になり、反応温度700℃で80%以  
上が得られ、反応温度750℃でほぼ100%になるこ  
とが明らかにされた。

【0039】(実施例3) AlとNiとZnからなる触  
媒を用いて、実施例1と同様の方法でC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解活性  
を調べた。AlとNiとZnからなる触媒は次のように  
して調製した。市販のペーマイト粉末を120℃で1時  
間乾燥した。この乾燥粉末200gに、硝酸ニッケル6  
水和物210.82g、硝酸亜鉛6水和物152.31g  
を添加し、水を加えて混練した。混練後、250～30  
0℃で約2時間乾燥し、700℃で2時間焼成した。焼  
成物を粉碎、篩い分けして0.5～1mm粒径とした。完  
成後の触媒組成は原子比でAl:Ni=80:20 (mo  
l %)、Al:Zn=85:15 (mol %)であつた。  
図5に各温度での分解率を示す。なお、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>は分解率  
はFIDガスクロマトグラフを用いて算出した。Alと  
Znからなる触媒にくらべて、AlとNiとZnからな  
る触媒の方が、低い反応温度での分解率が高いことが明  
らかにされた。

【0040】

【発明の効果】本発明によれば、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CHF<sub>3</sub>、C  
<sub>3</sub>F<sub>8</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>から選ばれるフッ素化合物ガスを、フッ素  
化合物分解触媒を用いて比較的低い温度で効率よく分解  
することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】AlとZnからなる触媒によるC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CH  
F<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の分解率と反応温度との関係を示す特性  
図。

【図2】AlとZnからなる触媒のX線回折パターンを  
示す図。

【図3】AlとNiからなる触媒によるC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解率  
と反応温度との関係を示す特性図。

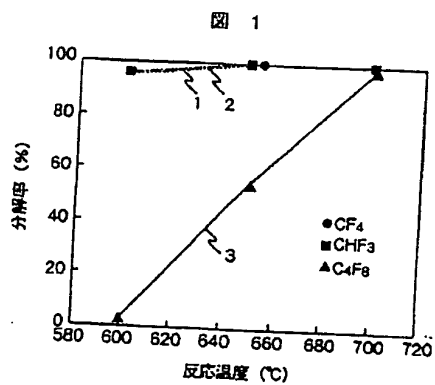
【図4】AlとNiからなる触媒のX線回折パターンを  
示す図。

【図5】AlとNiとZnからなる触媒によるC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の  
分解率と反応温度との関係を示す図。

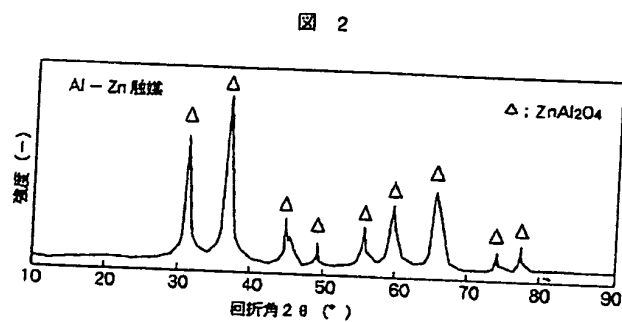
【符号の説明】

1…C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>の分解率を示す曲線、2…CHF<sub>3</sub>の分解率  
を示す曲線、3…C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>の分解率を示す曲線。

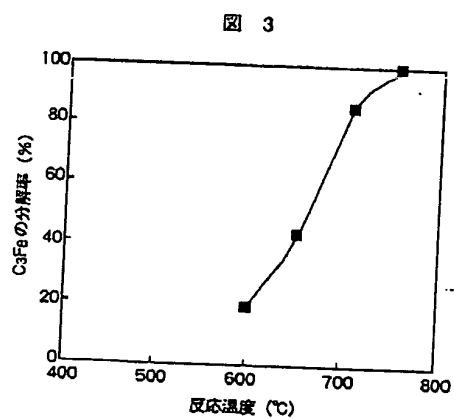
【図 1】



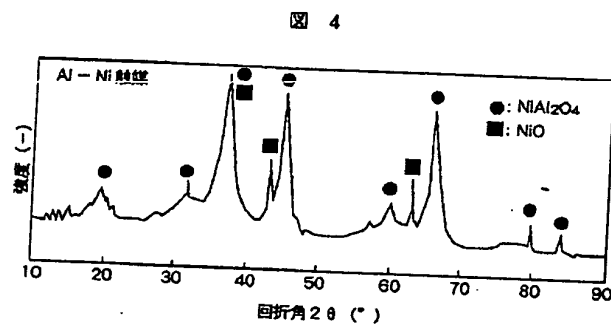
【図 2】



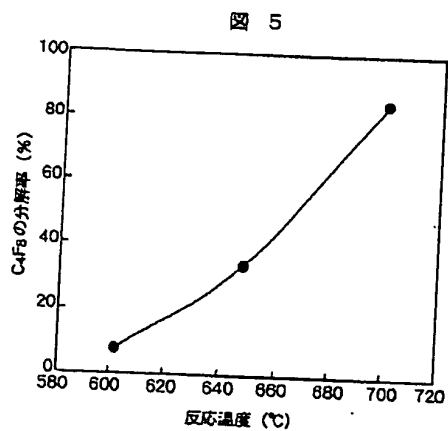
【図 3】



【図 4】



【図 5】



## フロントページの続き

(72)発明者 山下 寿生

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 小豆畑 茂

茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株  
式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 玉田 慎

茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 入江 一芳

茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号 株式会  
社日立製作所日立工場内